Low-Tech Magazine

Les moulins-bateaux : des fabriques sur l'eau actionnées par la force du courant

16 novembre 2010

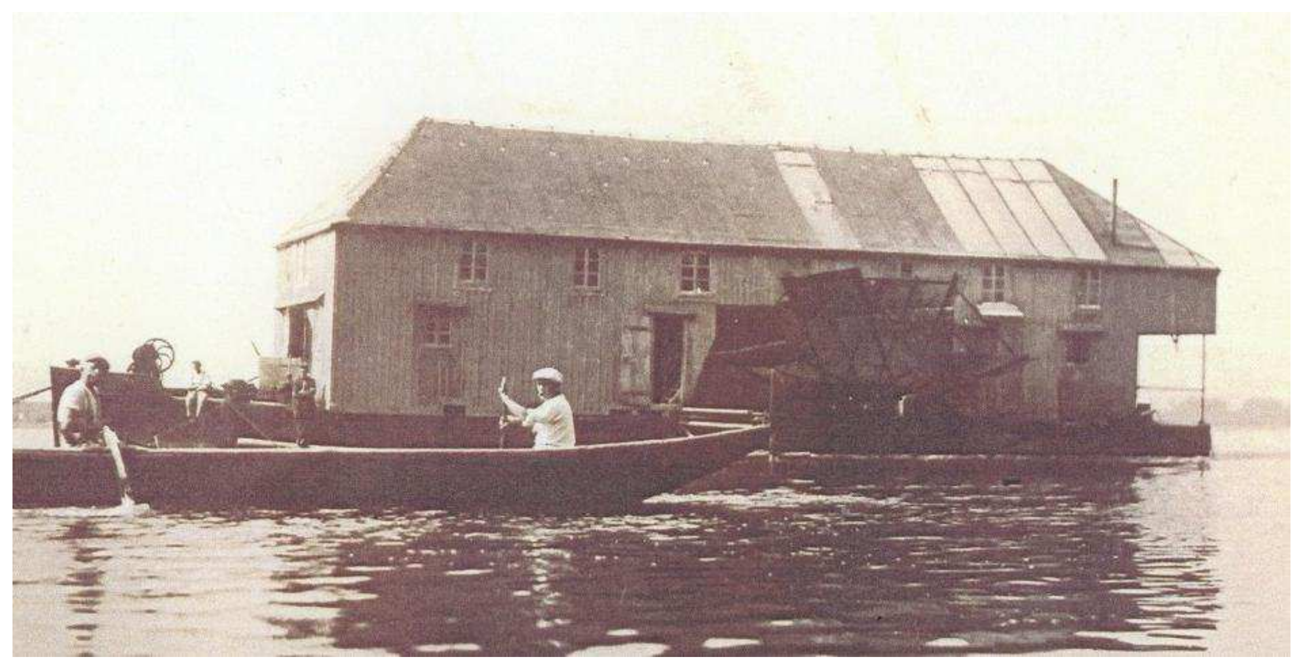


Illustration : dernier moulin-bateau sur le Rhin, 1925.

Du Moyen-Âge jusqu'à la fin du XIXe siècle, la roue hydraulique a été la source d'énergie la plus importante dans le monde. Lorsque les plus petites rivières sont devenues inutilisables en raison de leur encombrement par ces roues, les constructeurs médiévaux se sont tournés vers des rivières plus grandes, ce qui a abouti à la mise en place des barrages de retenue ou chaussées comme on en connaît encore aujourd'hui. Les étapes intermédiaires qui ont menées à ces dispositifs sont moins connues, telles que les moulins-bateaux, les moulins sous un pont et les moulins pendants. Les moulins-bateaux existaient déjà au VIe siècle en Italie et se sont répandus dans le monde entier. La plupart sont restés en usage jusqu'à la fin des années 1860, quelques uns survivant après les années 1900.

Jusqu'à récemment, les moulins-bateaux, aussi connus sous le nom de moulins flottants, ne suscitaient que de la curiosité, une simple note de bas de page dans la longue histoire de l'énergie hydraulique. Aujourd'hui quelques historiens pensent qu'ils furent aussi répandus que les moulins à vent – bien qu'il faille remarquer que les moulins à vent à l'inverse de la croyance populaire furent moins courants que les moulins à eau. Les premières études internationales sur les moulins-bateaux ne paraissent qu'en 2003 et 2006 (voir la bibliographie). Elles contiennent parmi beaucoup d'autres faits nouveaux la découverte de trois moulins-bateaux minuscules sur une célèbre peinture médiévale de 1435 (*La femme du Chancelier Rodin* par le peintre flamand Jan Van Eyck). Personne ne les avait encore remarqués auparavant ou ne s'était spécialement aperçu de leur existence à cet endroit.

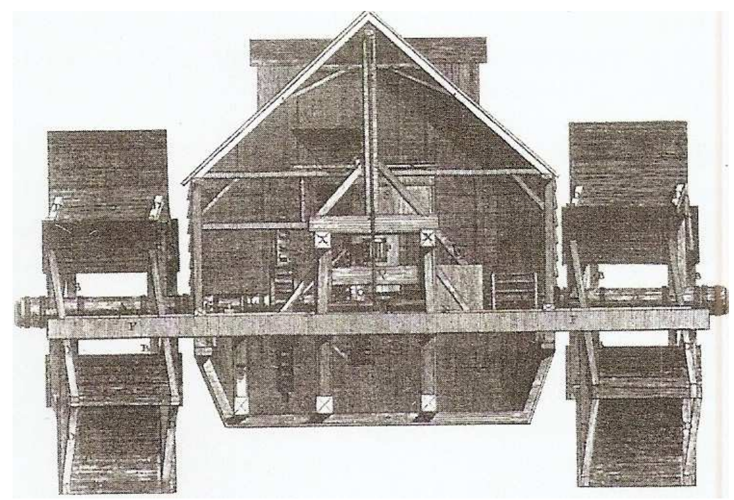


Illustration : Moulin-bateau, Encyclopédie de Diderot, 1751.



Admettons-le : les moulins-bateaux sont des objets curieux. Certains d'entre eux ressemblent à des bateaux de rivière avec une roue à aubes, mais ils en sont l'exact opposé. Car on peut utiliser une roue à eau de deux façons : pour produire de l'énergie à partir du courant de l'eau – comme on le fait avec le moulin à eau – ou en appliquant une force sur l'eau, ce qui produit alors un mouvement : c'est ce qui se passe avec la roue à aubes.

Le moulin-bateau a l'apparence extérieure du bateau, mais il fonctionne tout à fait comme un moulin à eau : c'est un moulin à eau (roue et bâtiment) construit sur une base flottante, amarré à la rive ou ancré dans le courant. Celui-ci entraîne la roue qui actionne alors les machines pour la mouture. On pouvait utiliser les moulins-bateaux par unités simples ou multiples en les reliant les uns aux autres.

Avantages des moulins-bateaux

Pourquoi construire des moulins à eau flottants quand on peut tout aussi bien bâtir un moulin à eau fixe sur le bord de la rivière ? Il y avait à cela plusieurs bonnes raisons. Bien que l'eau soit une énergie beaucoup plus fiable que le vent, elle n'est pas fiable en permanence. Le niveau des rivières varie selon les saisons et le temps, alors que l'axe des roues à eau est invariable. Sur les petits fleuves, on pouvait facilement se jouer de cette variation en établissant de petits barrages et des ventelles (pour régler le débit), ce qui créait une retenue. On pouvait aussi utiliser une roue en dessus, surtout dans les zones de fort relief. Cette roue prenant l'eau par le haut avec une sorte d'aqueduc est plus efficace (50 à 65 %) qu'une roue par en dessous (20 à 30 %).

Pourtant construire barrages et ventellerie sera beaucoup plus difficile à réaliser sur un fleuve large de 100 m et profond de 10 m. On ne pouvait pas utiliser de roues par en dessus. Puisque le niveau de l'eau dans beaucoup de grands fleuves pouvait subir de grandes variations, un moulin à eau fixe au bord du fleuve pouvait ainsi facilement se retrouver avec ses aubes au-dessus de l'eau, ce qui lui ôtait son utilité. Réciproquement, un niveau d'eau plus haut pouvait partiellement ou entièrement submerger la roue, ce qui lui ôtait à nouveau toute utilité (au contraire d'une turbine moderne, qui peut fonctionner en étant entièrement sous l'eau).



Illustration : Moulin-bateau sur la Mura (Slovénie)

Même des variations moins grandes du niveau de l'eau pouvaient sérieusement amoindrir l'efficacité d'une roue à eau fixe. Une roue par en dessous tire toute sa puissance de la poussée exercée par l'eau sans que s'y ajoute la gravité comme c'est le cas avec une roue par dessus. En combinant la roue en dessous avec une chaussée-digue, l'eau pouvait être dirigée vers la chaussée avec un angle optimal pour plus d'efficacité. Sur un grand fleuve il n'est pas possible d'avoir de telles retenues – voir plus haut l'efficacité déjà limitée de la roue par en dessous.

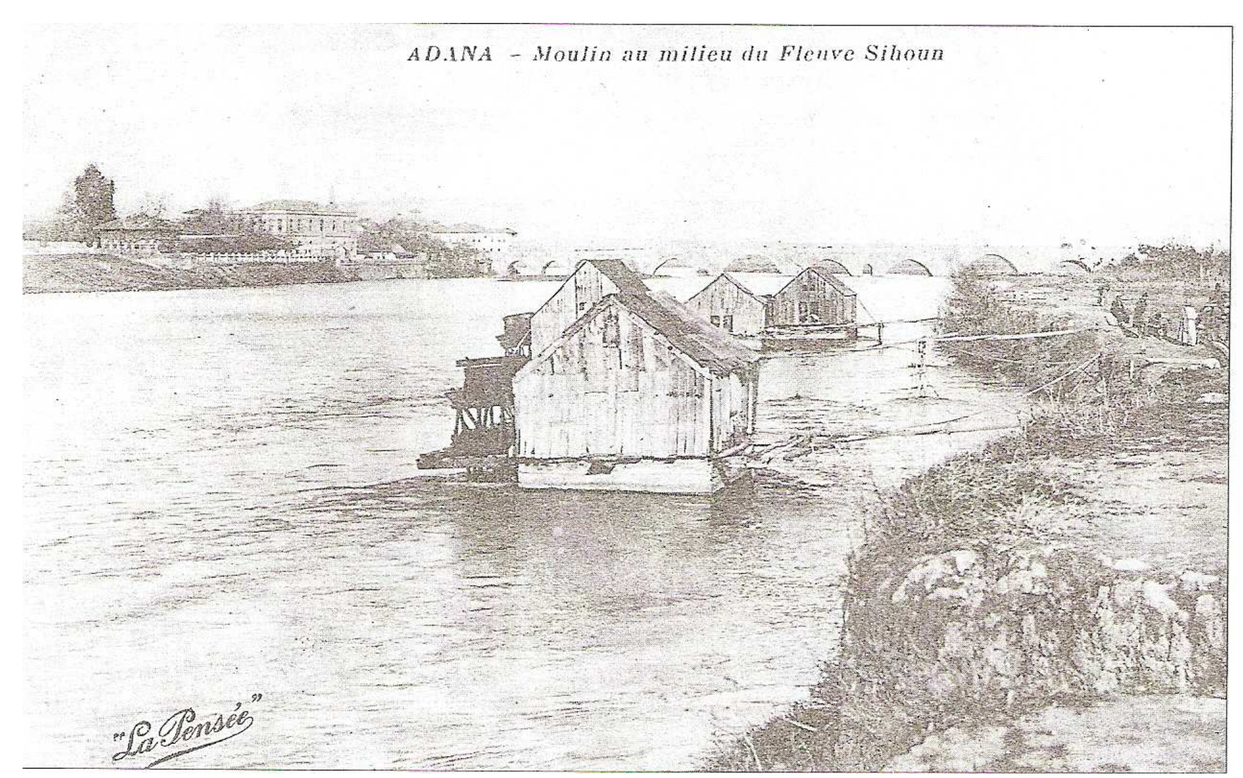
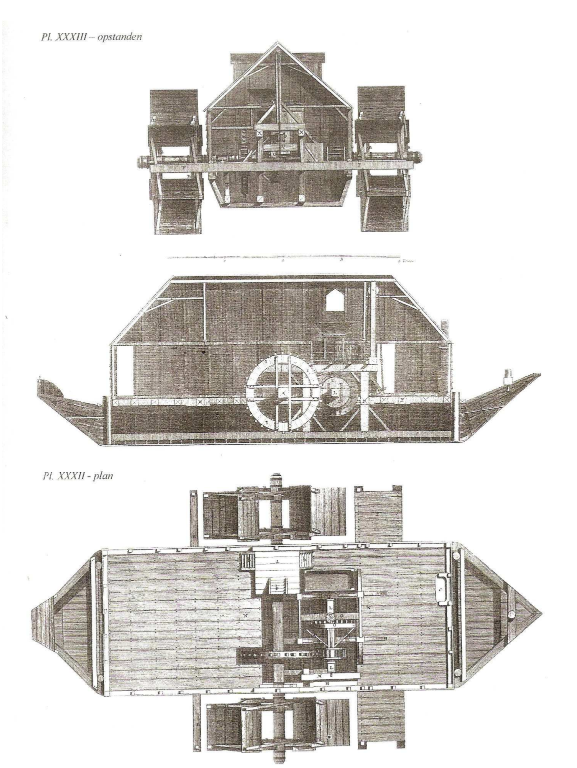


Illustration : Moulins-bateaux sur le fleuve Sihoun, à Adana (Turquie), vers 1920.
Collection de cartes postales de Ton Meesters, Breda (Pays-Bas)

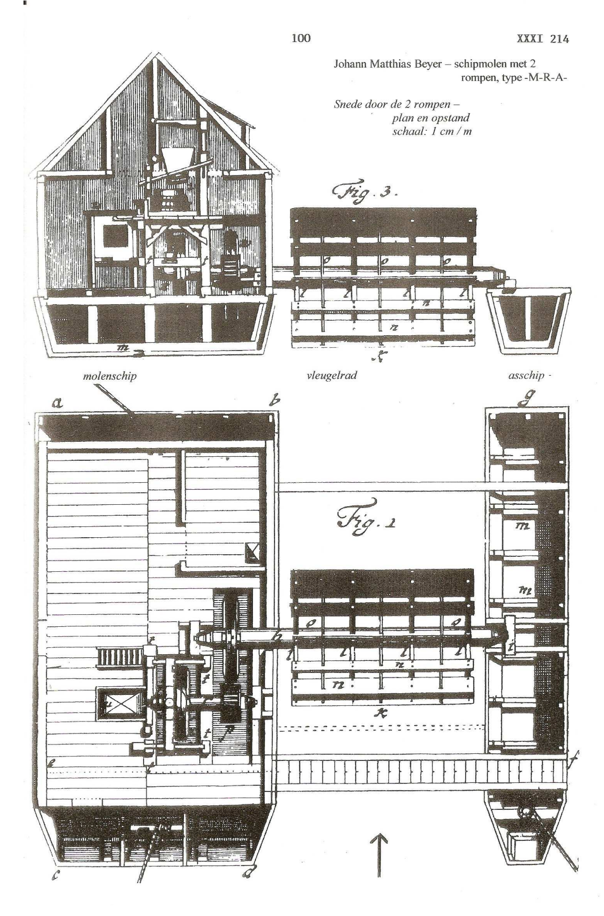
Les moulins flottants ont résolu ces problèmes. Ils suivaient tout simplement le niveau du fleuve, la roue – par en dessous – étant en permanence au bon niveau, et l'énergie était disponible 24 h sur 24 et 365 jours par an (sauf en cas de crue ou sécheresse exceptionnelles). De plus, pour en augmenter la puissance, on pouvait installer les moulins-bateaux à d'autres endroits du fleuve, là où le courant était plus puissant qu'auprès des rives. Enfin, et ce n'est pas la moindre des raisons, les moulins-bateaux résolvaient également le problème de l'encombrement des rives du fleuve, une considération particulièrement importante à prendre en compte dans les villes.



Deux types de moulins-bateaux

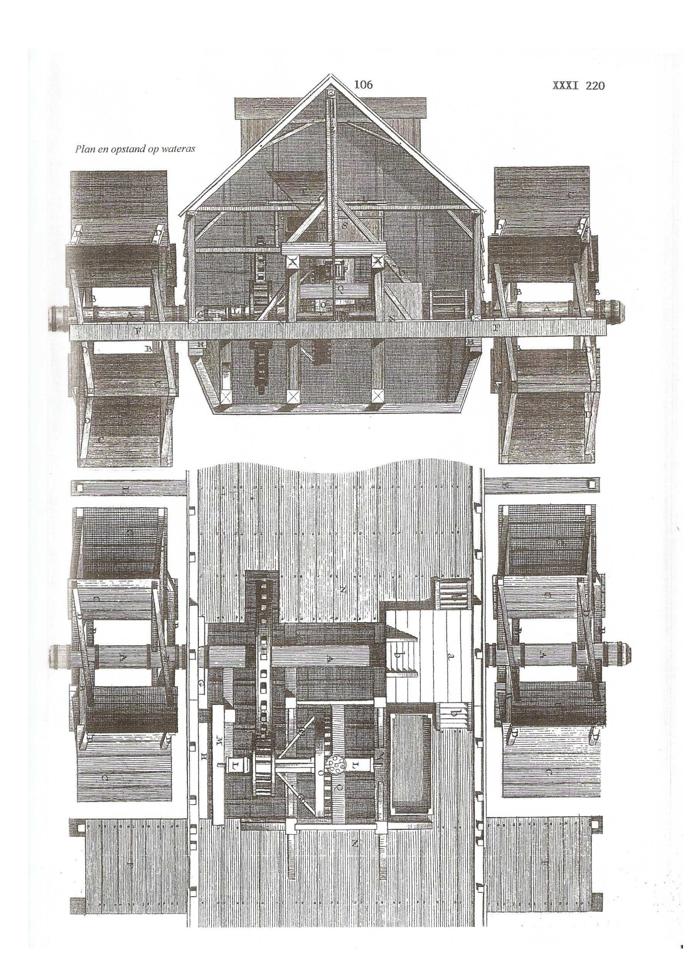
En gros, il y avait deux types principaux de moulins-bateaux. L'un était fait de deux nefs, la roue se plaçant entre les deux, l'autre type n'était fait que d'une nef avec deux roues, une sur chaque côté. Le bateau à deux nefs, ressemblant quelque peu à un catamaran, était de loin le plus efficace des deux, et celui ayant un meilleur rendement. Les deux nefs canalisaient l'eau vers la roue, augmentant sa force. Un moulin-bateau à nef unique produisait l'effet inverse.

De plus, le moulin flottant à deux nefs (illustration à droite, de J.M. Beyer) pouvait porter des roues beaucoup plus importantes que le moulin à nef unique (illustration à gauche, de *L'Encyclopédie* de Diderot), ce qui augmentait encore son rendement. Troisièmement, la double nef rendait possible l'existence de ventelles régulant l'arrivée d'eau sur la roue et donc la possibilité de mieux contrôler la vitesse du mécanisme dans le moulin, ou même d'arrêter la roue. Ce système protégeait aussi la roue contre le bois flottant. Enfin, un moulin-bateau à deux nefs était aussi plus stable.



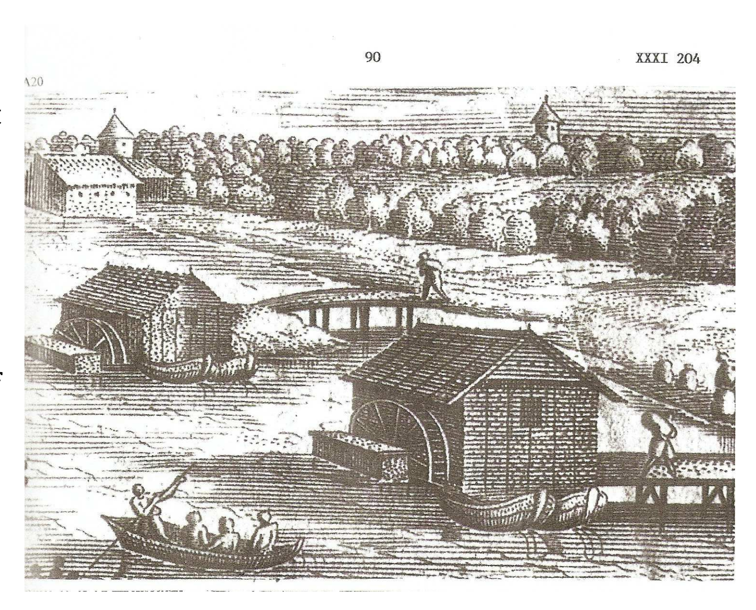
La construction

L'une des nefs était beaucoup plus large que l'autre. Elle abritait le mécanisme de mouture (meules et engrenages), le grain à moudre et – dans le cas des grands moulins-bateaux – l'habitation du meunier (pour les moulins-bateaux plus petits, celle-ci était sur la rive). La petite nef ne servait qu'à soutenir l'arbre de la roue. La nef principale et la petite nef étaient reliées à la poupe et à la proue avec de fortes poutres. C'est la position des meules sur la grande nef qui assurait l'équilibre du moulin flottant.



La grande nef était toujours proche de la rive pour en faciliter l'accès, ce qui veut dire que les moulins-bateaux à deux nefs étaient repérés selon le nom de la rive dont ils se trouvaient proches (sur la toile évoquée plus haut de J. Van Eyck, cela a échappé au peintre). S'il était amarré à la rive, on accédait au moulin par un ponton en pierre ou en bois. Parfois on avait recours aux animaux pour apporter le grain ou remporter la farine. Si le moulin se trouvait en plein milieu du fleuve, on ne pouvait y accéder que par des barques.

Diversité



Les moulins-bateaux, qui étaient bâtis presque entièrement en bois, pouvaient être des constructions importantes. De façon générale, ils mesuraient de 10 à 15 m de long, les plus grands moulins-bateaux connus mesuraient 20 m ou plus. La grande nef faisait habituellement 5 à 8 m de large, la petite de 2 à 3 m. Les deux avaient la plupart du temps une forme rectangulaire. Un moulin-bateau pouvait être haut de plus de 6 m, avec deux ou même trois étages.

Pourtant s'il existait des moulins flottants importants et bâtis de façon très habile, d'autres étaient de petite taille et parfois très rustiques. La durée de vie d'un moulin-bateau pouvait aller de trente à cinquante ans, celle de la roue une dizaine d'années. Quelques moulins-bateaux ne duraient même pas tout ce temps, pourrissaient de l'intérieur ou simplement à cause d'un échouage.

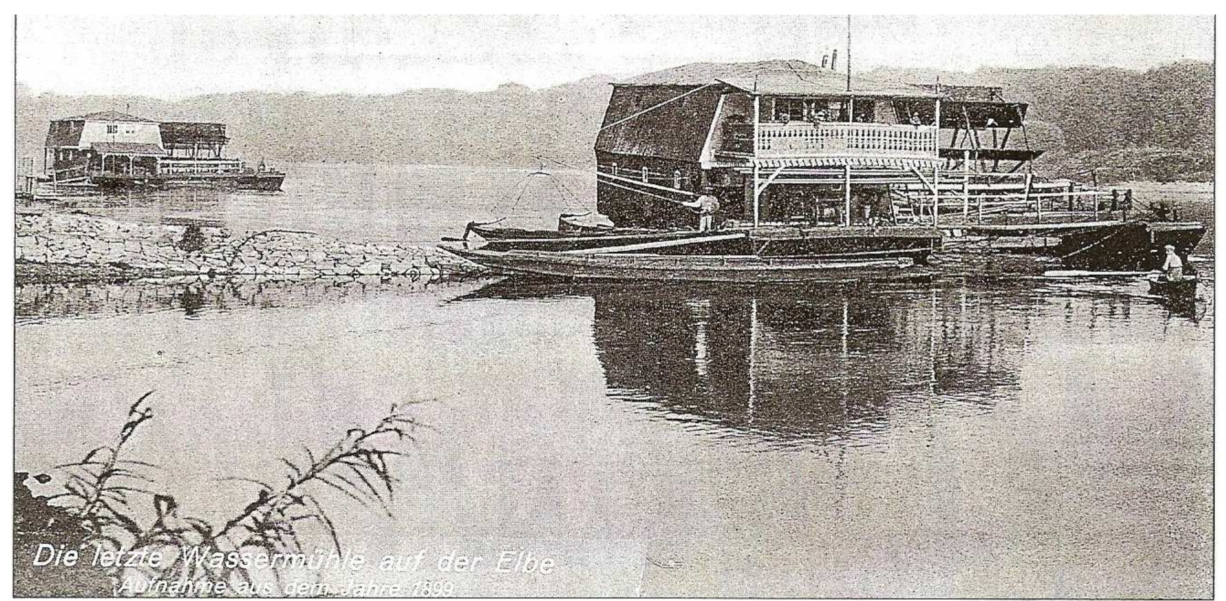


Illustration : Deux moulins-bateaux, dont l'un avec balcon, sur l'Elbe (Allemagne), 1899.
Collection de cartes postales de Ton Meesters, Breda (Pays-Bas).
Nota Bene : Aix-la-Chapelle ne se trouvant pas sur l'Elbe, c'est l'indication de la carte postale qu'il faut conserver seule.

Des roues très grandes

Alors que les roues des moulins à eau conventionnels mesuraient rarement plus d'un mètre de large, les roues des moulins-bateaux à deux nefs pouvaient mesurer jusqu'à 6 m de large, et leur arbre moteur jusqu'à 10 m. Les constructeurs médiévaux sont allés jusqu'aux

limites du matériau – on ne pouvait pas bâtir de roues en bois plus grandes que cela, pour conserver leur force. Les roues très grandes avaient un diamètre d'environ 5 m et faisaient de 3 à 5 tours / minute, selon la rapidité du courant. Elles fournissaient entre 3 et 5 chevaux (CV) sur l'arbre moteur.

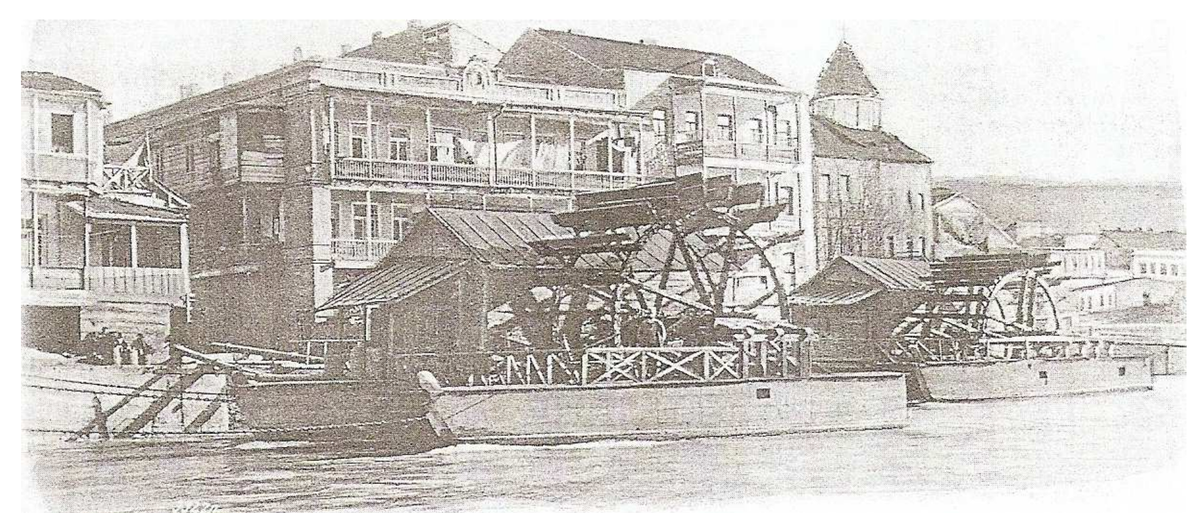
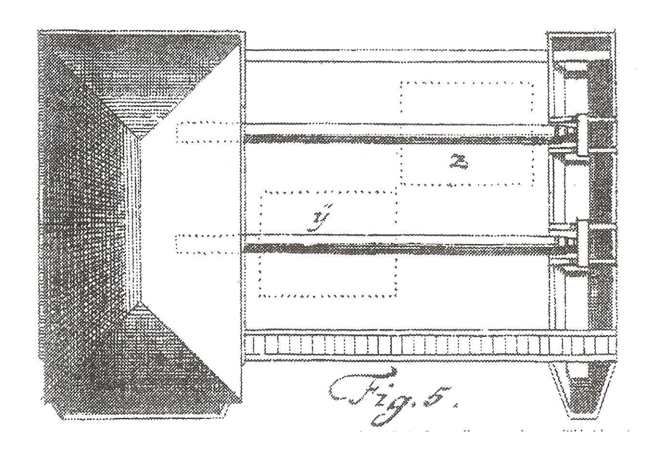


Illustration : Moulin-bateau sur le fleuve Kur à Tiflis (Géorgie) vers 1900.
Collection de cartes postales de Ton Meesters, Breda (Pays-Bas).

Les moulins-bateaux à nef unique ne pouvaient pas avoir de telles roues et avaient donc moins de puissance. Parmi les types de moulins-bateaux les moins répandus, on trouve ceux avec deux roues entre les deux nefs, leur permettant de faire marcher deux moulins en même temps. Ils nécessitaient des arbres moteurs très longs, difficiles à trouver (voir l'illustration ci-dessous). Installer deux roues l'une derrière l'autre permettait de résoudre ce problème, mais au prix d'une perte d'efficacité.



Les usages des moulins-bateaux

À partir du XVe siècle, beaucoup de moulins à eau conventionnels ont commencé à remplir d'autres fonctions que l'écrasement du grain, mais pas les moulins-bateaux. Presque tous étaient des moulins à blé. Mais il y eut quelques exceptions. L'auteur flamand (d'une étude parue en 2013) Karel Broes recense quelques moulins flottants à papier, à scier, à foulon, à huile, à polir, à frapper de la monnaie, et à travailler le coton. Quelques uns des plus récents moulins-bateaux ont terminé leur vie comme producteurs d'électricité.

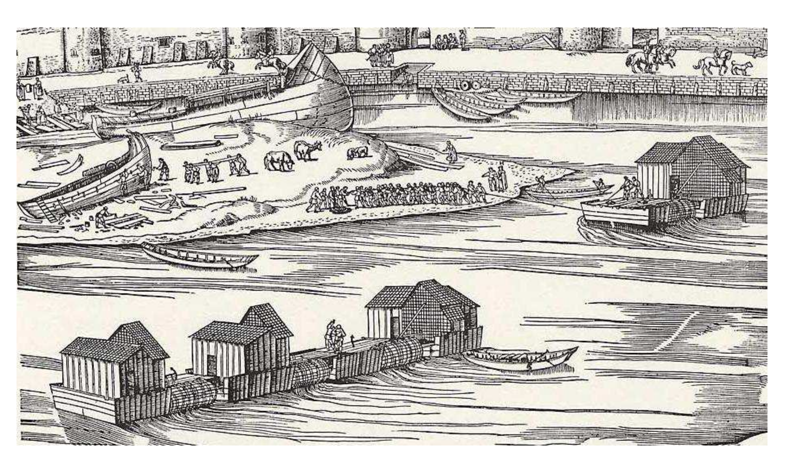
Dans son étude, devenue un classique de l'histoire des techniques en Chine, John Needham évoque un auteur chinois du XVIe siècle qui décrit des marteaux à bascule installés dans un moulin-bateau fabriquant du papier :

> « À Liang-Chiang il y avait beaucoup de moulins-bateaux qui fonctionnaient sur le même principe que les roues d'élévation de l'eau, et sont tous amarrés dans le courant. La mouture et le pilage des grains, le blutage, sont tous assurés par la force de l'eau. Les moulins-bateaux font sans arrêt "ya-ya, ya-ya". »

Denis Diderot a décrit un moulin-bateau fixe pour le remorquage des bateaux sur la Seine (ci-dessous).

Pl. xxxix Bis

Charpente, Machine a remonter les Bateaux.



Les origines

Peu d'inventions de l'Antiquité peuvent être datées avec autant de précision que le moulin-bateau. En 536 ou 537 après J.C. les Goths ont assiégé Rome. Pour affamer la population ils ont interrompu les quatorze aqueducs qui alimentaient la ville en eau. Ils n'ont pu empêcher les Romains de boire car le Tibre coule dans la ville emmurée. Mais les aqueducs permettaient d'alimenter les moulins de la ville en eau.

Le général byzantin Bélisaire, à qui la défense de la ville avait été confiée eut l'idée lumineuse des moulins-bateaux. L'événement est rapporté en détail par le contemporain Procope :

> « Quand l'eau fut coupée, et que les moulins se furent arrêtés, comme les bêtes ne pouvaient pas moudre non plus, la cité fut sans nourriture et on pouvait à peine trouver de quoi donner aux chevaux. Mais Bélisaire, homme ingénieux, a imaginé un remède à cette détresse. Il a déployé sous le pont traversant le Tibre des cordages bien attachés d'une rive à l'autre ; à ces cordes il a attaché deux bateaux de même taille, à deux pieds l'un de l'autre, à un endroit où le courant est le plus rapide sous les arches du pont, et, en mettant des meules dans l'un des bateaux, il a fait suspendre les machines qui les font tourner dans l'espace d'eau qui les séparait. Il a aussi imaginé à certains endroits du fleuve d'autres machines du même genre, qui peuvent être mises en mouvement par la force de l'eau, et qui faisaient marcher autant de moulins qu'il en fallait pour écraser le grain dont la cité avait besoin. »

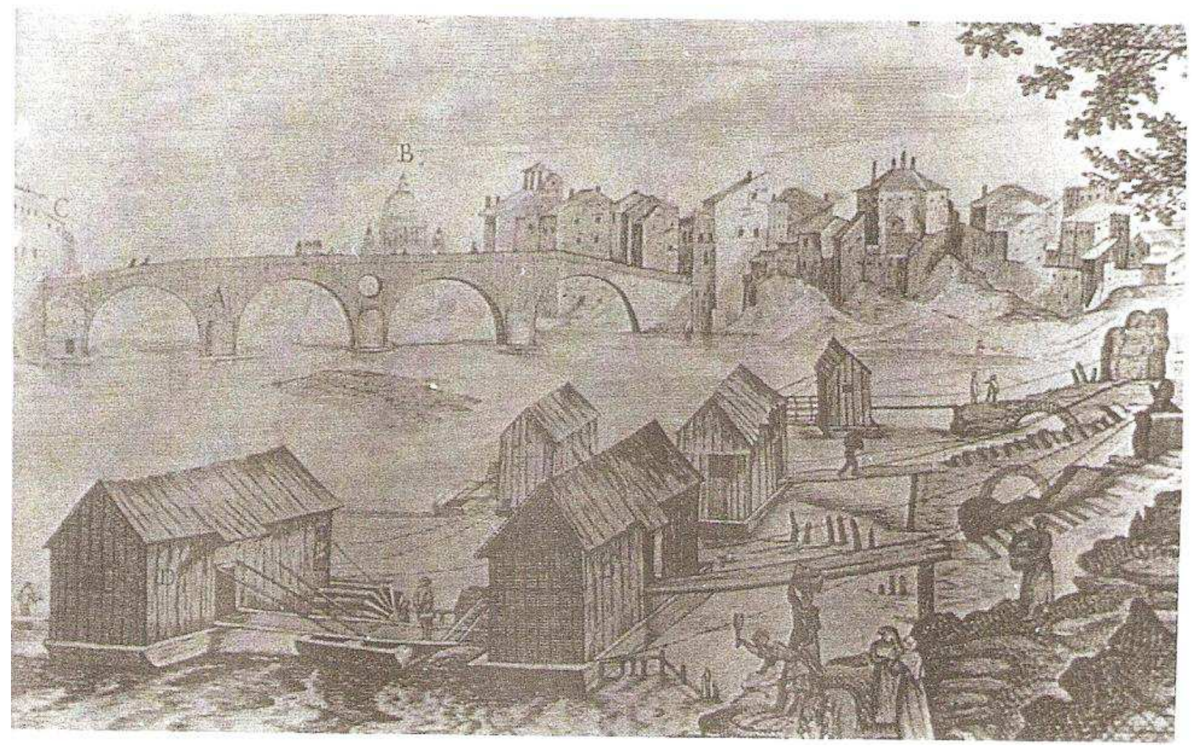


Illustration : Moulins-bateaux sur le Tibre (Italie)

Peu après cela, l'Empire romain s'est éteint – les Goths ont pris Rome en 562 – mais le moulin-bateau sera resté en usage pendant un millénaire et demi, jusqu'à ce que le dernier disparaisse dans les années 1990. Il est remarquable que durant tous ces siècles les moulins-bateaux aient peu changé. Ceux que l'on pouvait encore voir au cours de la seconde moitié du XXe siècle ressemblaient beaucoup à ceux que nous montrent les illustrations du Moyen Âge (on ne dispose pas d'image plus ancienne de moulins-bateaux).

La répartition des moulins-bateaux en Europe

Après le succès de ses débuts à Rome, le moulin-bateau est devenu une figure courante sur le Tibre, puis il s'est rapidement étendu à toute l'Europe. On en construit en Suisse (Genève), en France (Paris et Dijon) dans le courant du VIe siècle. Au IXe siècle, les moulins-

bateaux remontent le Rhin : Strasbourg (France) et Mayence (Allemagne). À la fin du Xe siècle, on en remarque sur le fleuve Kur en Géorgie. Ils atteignent Venise et les Balkans au XIe siècle et l'Espagne au XIIe siècle.

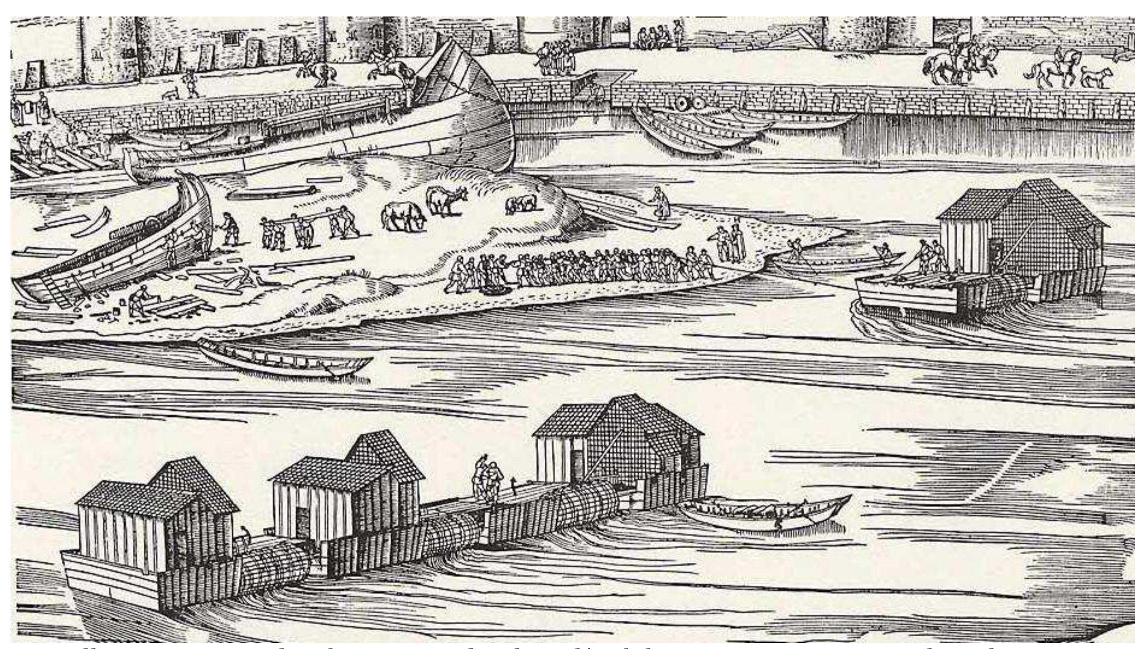


Illustration : Moulins-bateaux sur le Rhin, détail de *Ansicht von Köln* (Vue de Cologne), de Anton Woensam, 1531

En France, Toulouse comptait au moins 60 moulins-bateaux sur la Garonne au XIIe siècle, écrasant tout le grain nécessaire à la vie de la cité. Paris en comptait 70 à 80 sur une étendue d'à peine 2 km sur la Seine au XIVe siècle. En 1493, il y avait 17 moulins flottants sur le Rhône à Lyon, puis 20 en 1516, et 27 en 1817. L'Elbe, qui traverse l'Allemagne et la République tchèque en a compté 500. Il y en avait aussi des centaines sur le Danube : 62 à Vienne (Autriche), 88 à Budapest (Hongrie), et un nombre inconnu en Slovaquie, Croatie, Serbie, Bulgarie et Roumanie. La Mur, une rivière coulant principalement en Autriche et en Slovénie, en avait plus de 90. On peut même en voir sur des plans de Moscou du XVIIe siècle.

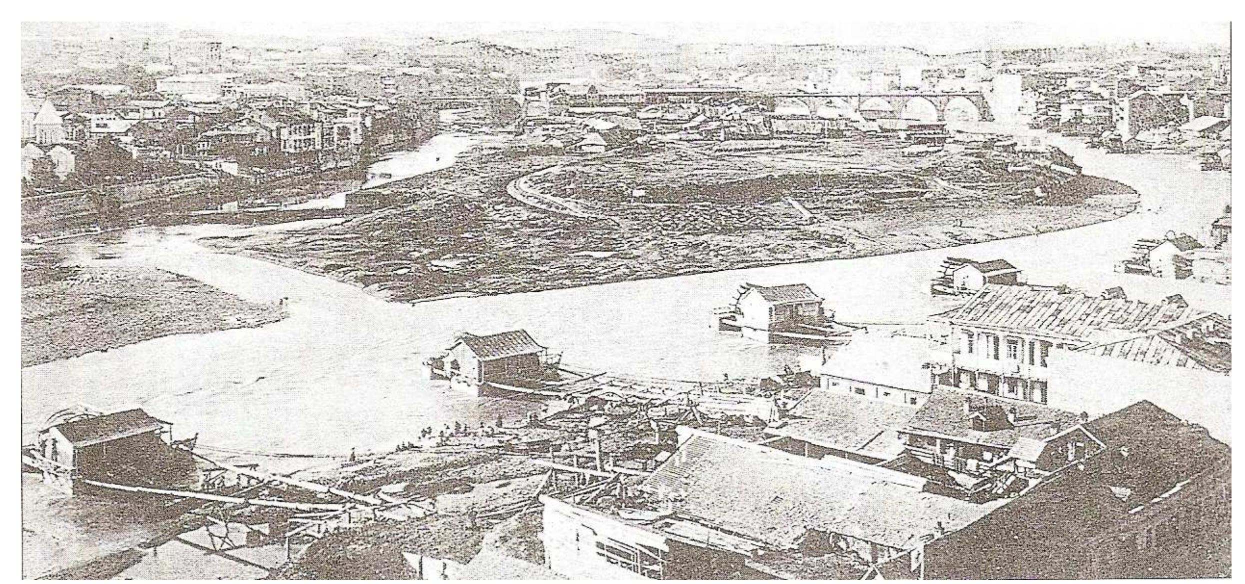


Illustration : Moulins-bateaux sur le fleuve Kur à Tiflis (Géorgie) vers 1900.
Collection de cartes postales de Ton Meesters, Breda (Pays-Bas).



438. Dessin d'après une planche de l'ouvrage encyclopédique de Matthias Beyer, Leipzig (Allemagne) 1739.

439. Dessin d'un moulin monocoque à deux roues d'après la gravure d'Hoffbaeur *Grand Châtelet et Pont aux meuniers*, Paris (France). D'après un dessin du manuscrit *La légende de Saint-Denis* datant de 1317, il aurait existé des moulins monocoques à roue latérale unique.

440. Dessin d'un moulin à queue (ou moulin comète) dû à l'imagination de l'ingénieur Dubost, Lyon 1750.

441. Dessin de moulins jumelés, d'après François Veranzio dans *Machinae Novae*, 1595.

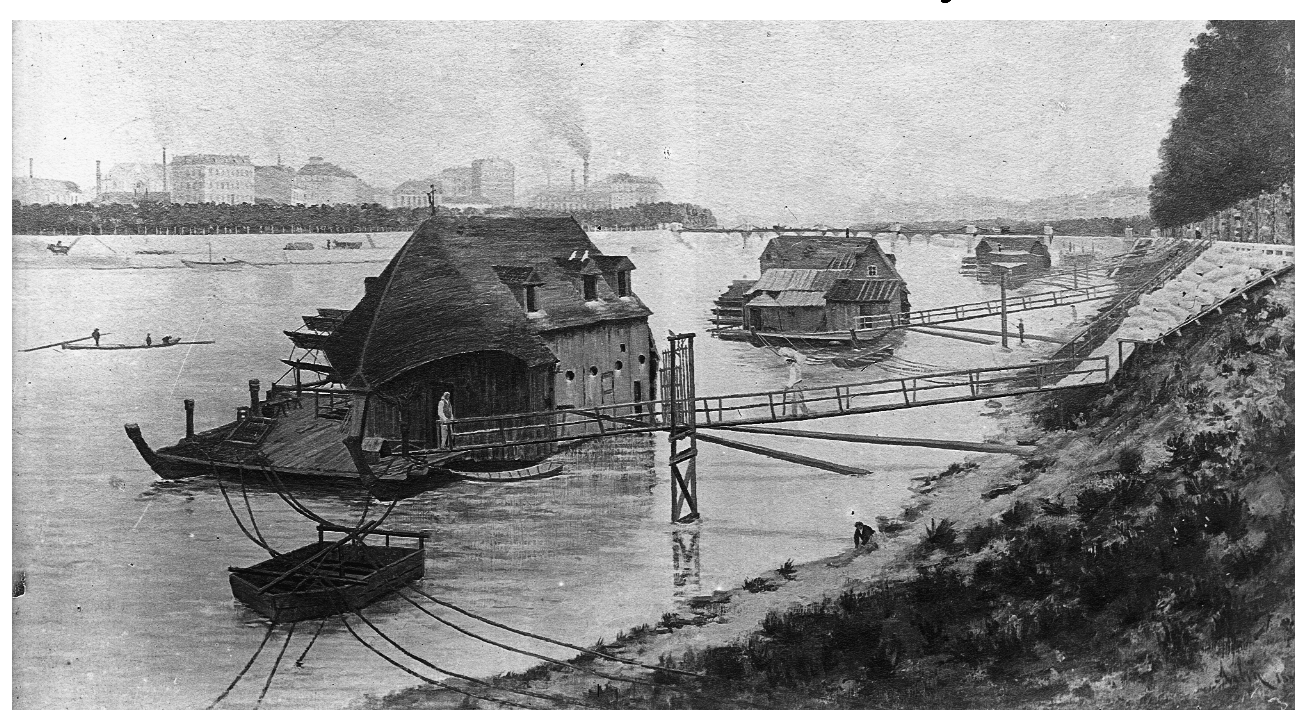
442. Dessin d'un moulin trimaran sur l'Adige (Italie).

443. Moulin bateau du Rhône (détruit en 1894) Lyon (France).

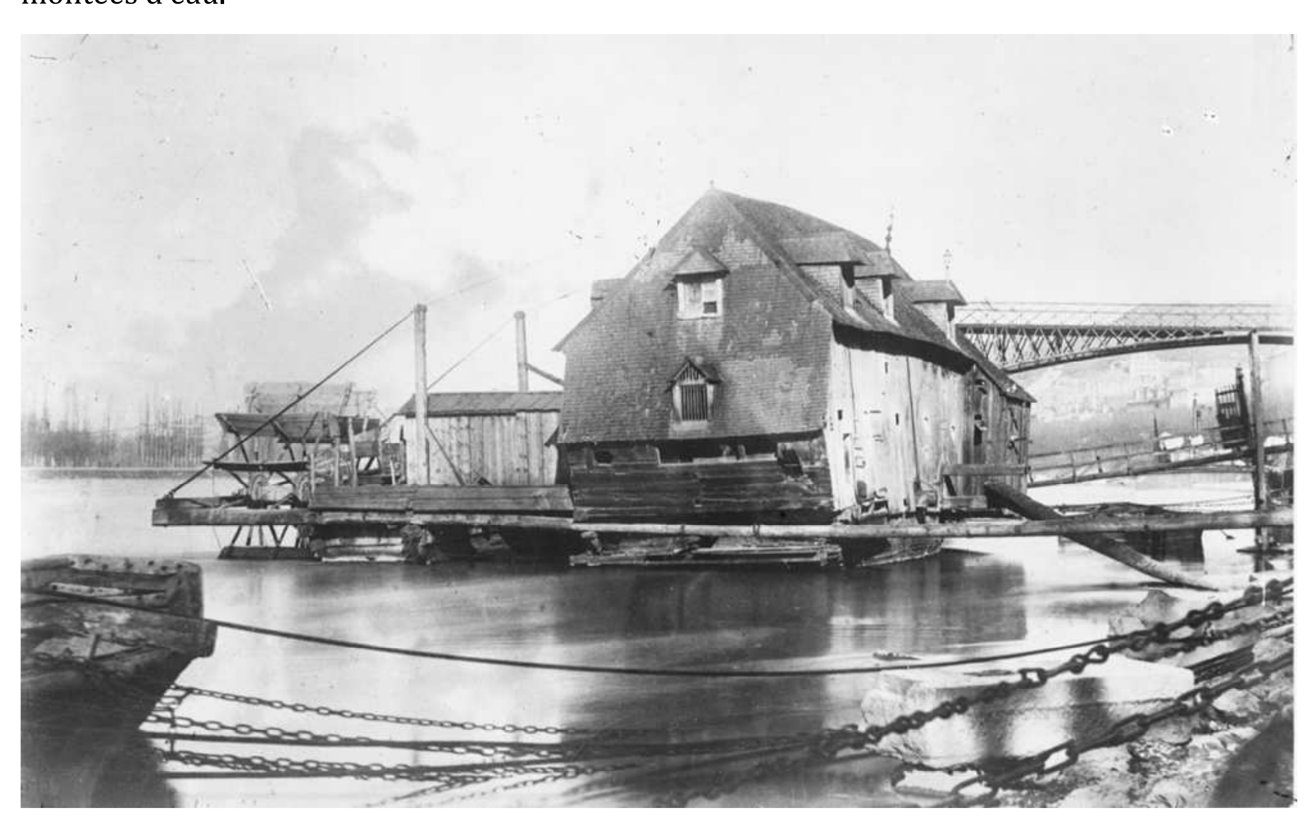
444. Moulin catamaran du bas Danube (Roumanie).

Source : le site de la fédération des moulins de France <www.fdmf.fr>

Les anciens moulins de Saint-Clair à Lyon



Les Lyonnais ont très tôt utilisé la force du courant du Rhône comme de la Saône, pour moudre à moindre frais les grains destinés à fournir les farines servant à nourrir la population. La meule entrainée par une roue hydraulique à palettes bénéficiait de la force du fleuve. Au début du XIVe siècle, déjà plus d'une vingtaine de moulins sont amarrés sur la rive droite du Rhône. Les berges n'étant pas très fiables, il est alors fréquent que les maîtres meuniers éloignent ou rapprochent leur moulin en fonction des remous ou des brusques montées d'eau.



Les moulins sur la Seine à Melun



Gravure du moulin saint-Sauveur sur la Seine. On aperçoit, au fond, le pont suspendu qui a remplacé le pont aux moulins et, au premier plan, un bout d'un moulin-bateau.

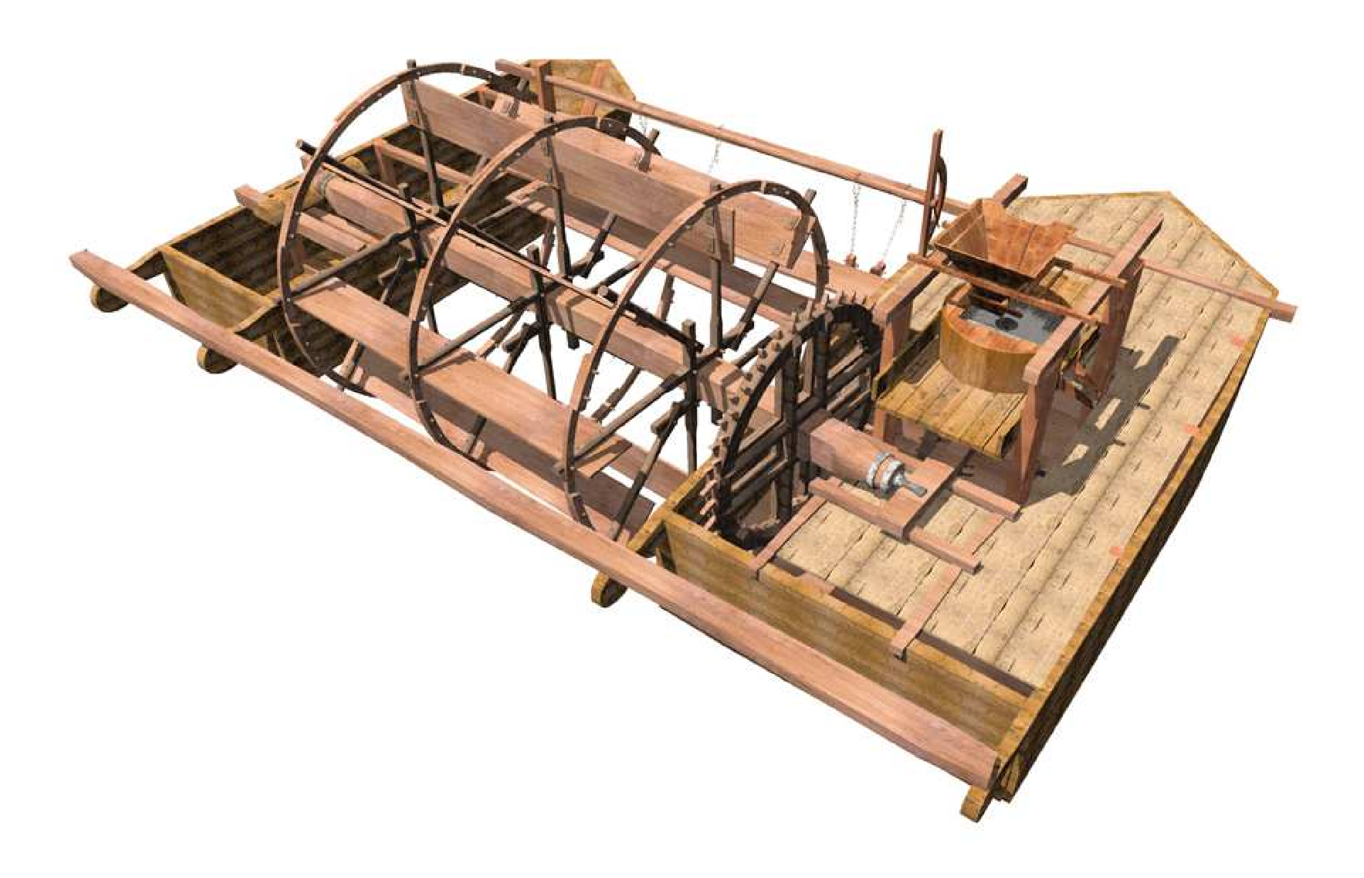


Autre gravure du moulin à roue pendante sur la Seine et d'un moulin-bateau à l'arrière plan.
(source Gallica, BNF)

Dès le Moyen-Âge, des moulins s'installent sur la Seine à Melun. Les moulins-pendants, bâtis sur pilotis, sont accrochés aux ponts au-dessus de la Seine. Ils obstruent certaines arches, raison pour laquelle le service de la Navigation décide de leur suppression en 1838.



Maquette d'un moulin flottant présentée à l'Echo-musée de la Bresse Bourguignonne,
à Pierre-de-Bresse (71).



In 2015 TIMS - The International Molinological Society, will be holding its symposium at the open air museum in Sibiu Romania. The drawings below are of one of the many items at the museum.
<http://www.a0tech.co.uk/html/boat_mill.html>

Dans son étude de 2006, Daniela Gräf a pu trouver la trace de presque 700 lieux d'implantation de moulins-bateaux, essentiellement sur la Seine, la Loire, la Garonne, le Rhône, le Rhin, la Weser, l'Elbe, l'Oder, le Danube, le Pô, et leurs affluents sur lesquels au moins un moulin-bateau a existé au cours du temps. Pour l'instant, on n'en connaît pas le total exact.

Et pourtant, on ne trouve pas de moulins-bateaux partout. Les Scandinaves et les Anglais ne l'ont pas adopté. Des essais pour en construire sur la Tamise ont échoué deux fois : au XVIe puis au XVIIIe siècle. On n'en connaît pas bien les raisons. En Flandre et aux Pays-Bas, les moulins-bateaux n'ont jamais été très populaires : il n'en a pas marché plus d'une dizaine entre les XVe et XVIIe siècles. On en connaît la raison : le courant des fleuves des Pays-Bas n'est pas assez puissant et cette énergie y est en général peu usitée. Cette région étant bien mieux exposée aux vents, elle est devenue une terre d'élection pour les moulins à vent.

La répartition des moulins-bateaux hors de l'Europe

Ils sont apparus dans le monde islamique à la fin du IXe siècle, sur le Tigre et l'Euphrate. De grands moulins-bateaux avaient quatre meules, et chacun pouvait moudre une dizaine de tonnes de farine par jour. Chaque moulin pouvait écraser de quoi nourrir à peu près 25 000 personnes, ce qui signifie qu'il en fallait à peu près 60 pour nourrir une population comme celle de Bagdad, estimée alors à un million et demi d'habitants. Rien de comparable en matière de meunerie n'était connu en Europe à cette époque, remarque Terry Reynolds dans son livre sur l'histoire de la roue à eau verticale (cf. bibliographie). En 1148, Ibn Jubayr décrit les moulins-bateaux sur la rivière Khabur en Haute Mésopotamie comme « formant un barrage ».

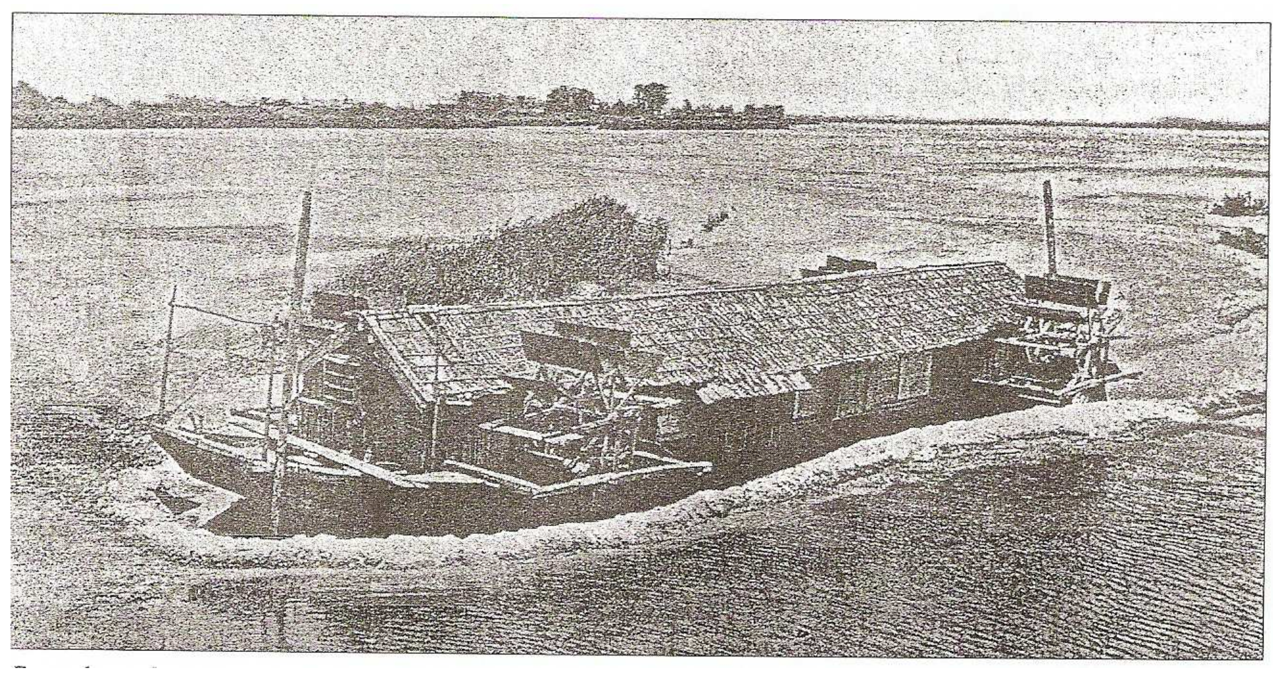


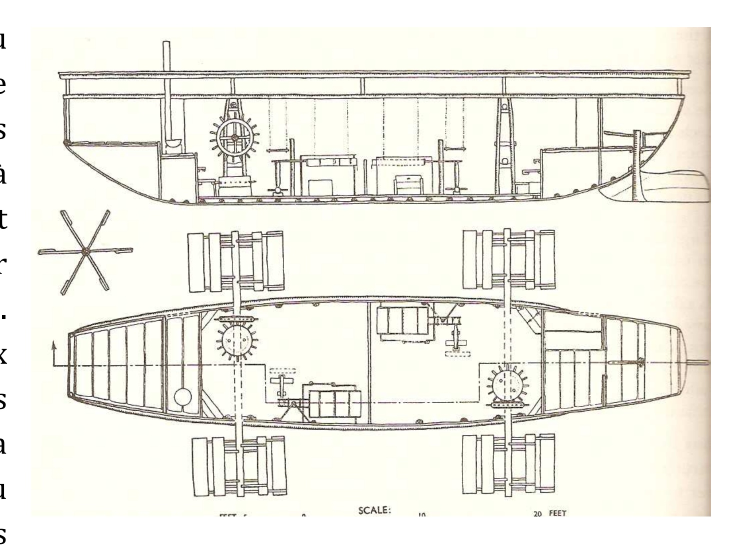
Illustration : Moulin-bateau pour le coton au Japon (1880-1933).
Source : Kenjiro Kawakami, « Moulins à eau au Japon », *Transactions TIMS*, 1982.

Joseph Needham a trouvé des indications de moulins-bateaux dans la littérature chinoise en 737 (lorsque « les ordonnances du département Thang des voies d'eau interdit les moulins-bateaux sur les rivières et les fleuves près de Loyang, comme s'ils étaient déjà quelque chose de courant »), et en 1170, 1313, 1570, 1328, puis 1637. En 1848, le voyageur Robert Fortune a trouvé toute une colonie de moulins-bateaux près de Yenchow au nord de la province de Fou-Kien. Voici sa description :

> « Le courant était très vif à beaucoup d'endroits, tellement qu'on l'emploie pour faire tourner des roues à eau qui écrasent et décortiquent le riz et d'autres sortes de graines. J'ai d'abord pensé qu'il s'agissait d'un moulin à vapeur, et fus grandement surpris : Une grande barge ou un bateau était solidement amarré de l'avant à l'arrière, près de la rive, à un endroit où le courant était le plus rapide. Il y avait deux roues, comme sur un bateau à vapeur, sur les côtés du bateau, montées sur un même arbre qui les traversait. Le bateau était couvert de roseaux pour se protéger de la pluie. Comme nous nous approchions du fleuve, nous avons vu que cette machine était très commune. »

Au début du XXe siècle, Worcester a dessiné des plans précis de moulins-bateaux encore en activité près de la ville chinoise de Fouchow. Ces moulins avaient quatre roues et deux arbres, comme on peut le voir sur le plan ci-dessous.

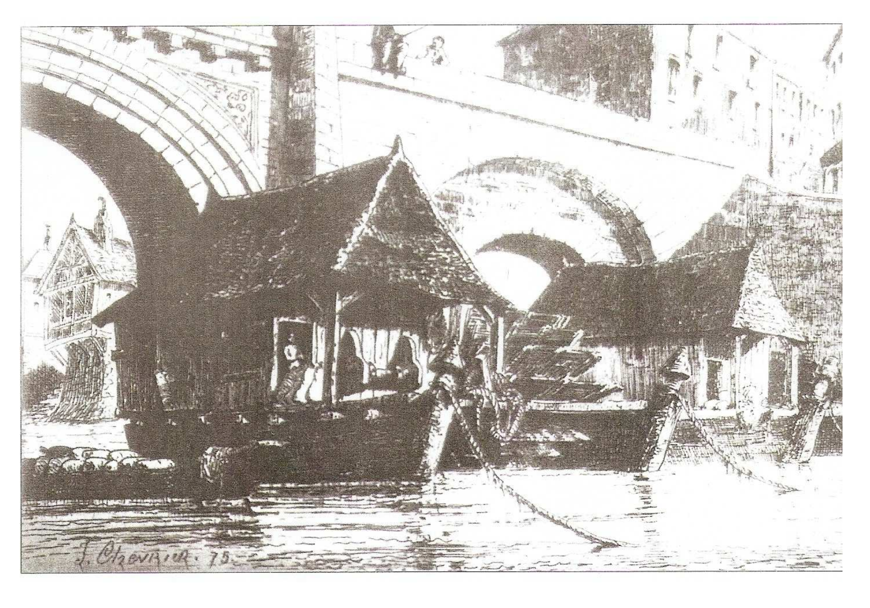
Les moulins à marée



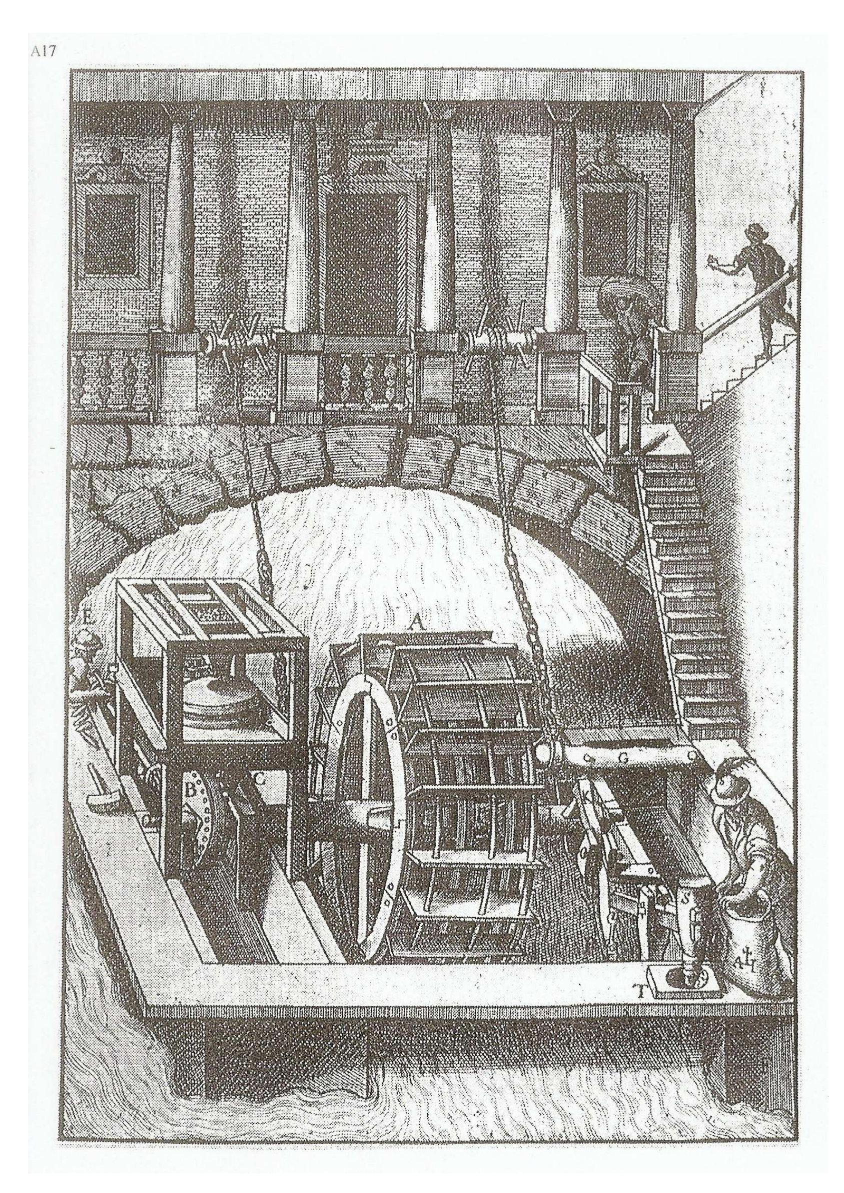
Les moulins-bateaux ont aussi rendu possible l'utilisation de l'énergie disponible sur les côtes et dans les estuaires en devenant des moulins à marée. Le premier de ces moulins est décrit en 960 après J.C., et se trouvait sur le canal de Bassora, dans le sud de l'Iraq. Il se peut aussi que des moulins-bateaux plus anciens aient existé à Venise sous forme de moulins à marée, mais on n'en a pas la certitude. Lorsqu'un moulin-bateau était utilisé comme moulin à marée, ses roues marchaient dans le sens subissant la poussée de la marée montante, puis une fois la marée arrivée à son niveau le plus élevé, lorsqu'elle redescendait la poussée exercée sur la roue s'inversait et celle-ci tournait alors dans l'autre sens. Elles ne pouvaient pas être utilisées plus de dix heures chaque jour. On en a construit très peu – les étangs de retenue étaient beaucoup plus courants pour recueillir l'énergie des marées.

Les moulins sous les ponts

Les meuniers médiévaux ont vite appris que l'on pouvait augmenter le rendement des moulins-bateaux en les amarrant près des îlots, bancs de sable ou toutes structures construites par les hommes, et plus particulièrement les ponts. Les fortes piles et les petits



arcs des ponts médiévaux augmentaient considérablement la rapidité du courant à ces endroits. Il devint très répandu au cours du Moyen Âge d'installer un moulin-bateau sous les arches d'un pont, ou juste en aval. Reynolds remarque que lorsque le « Grand Pont », un pont en pierres de Paris sous lequel existait plus d'une douzaine de moulins-bateaux, a été détruit à la fin du XIII[e] siècle, ce sont les propriétaires des moulins qui ont rapidement construit un autre pont (en bois) pour faciliter le fonctionnement de leurs moulins-bateaux.



C'est à partir de cet usage qu'eut lieu l'évolution du moulin sous les ponts, dont on voit la première description en Espagne, à Cordoue, au XII[e] siècle. Les moulins sous les ponts n'étaient pas des moulins flottants, car ils étaient bâtis en même temps que le pont, le mécanisme de meunerie se trouvant sur le tablier du pont. Au contraire des moulins-bateaux, il leur fallait un mécanisme pour ajuster la position de la roue selon le niveau du fleuve.

Dans la plupart des cas, le moulin était retenu au pont par des chaînes hissées ou baissées par un treuil (comme le décrit Zonca dans l'illustration de gauche), ou par un manège à traction animale. Les moulins sous les ponts avaient des ventelles contrôlant l'arrivée de l'eau et protégeant la roue des

bois flottés. À partir du XVIe siècle, un certain nombre de moulins-bateaux ont été remplacés par des moulins sous un pont.

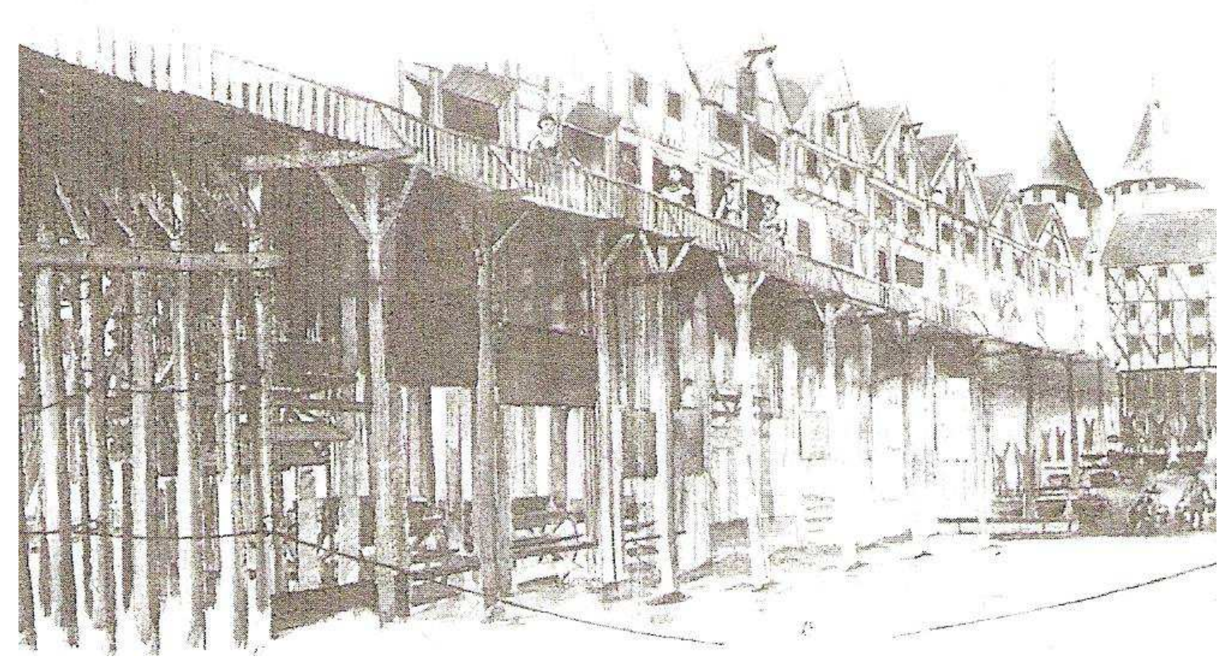


Image : Reconstitution des moulins du Pont aux Meuniers, Paris, XVIe siècle.
Source : François Beaudouin, *Paris à gré d'eau*.

Les barrages de retenue ou chaussées-digues

Le moulin sous un pont a constitué une étape dans la longue adaptation de la roue à eau aux grands fleuves pour aboutir aux barrages tels que nous les connaissons aujourd'hui, comme le décrit Terry Reynolds dans son étude sur l'histoire de la roue hydraulique verticale (voir la bibliographie) :

> « Le barrage de retenue ou chaussée-digue et son complément, le canal d'amenée sont, on peut le penser, une évolution du moulin-bateau et du moulin sous un pont. Le moulin-bateau a constitué une tentative pour adapter la roue verticale au rythme naturel des courants. Le moulin sous un pont fut une étape dans cette direction, mais cela a aussi démontré que les conditions naturelles du courant pouvaient tout à fait être améliorées par des adaptations dues à l'ingéniosité humaine. En un sens, le pont médiéval combiné au moulin-bateau ou sous un pont, fut une forme primitive de barrage, une étape entre le moulin-bateau sans aucun aménagement et le barrage de retenue de grande taille. Conçus comme tels, le barrage de retenue et le canal d'amenée qui en est un complément très courant, allaient pourtant plus loin (en ouvrant des possibilités). Le moulin-bateau et dans une moindre mesure le moulin sous un pont avaient adapté la roue hydraulique aux conditions naturelles du courant. Le barrage de retenue ou chaussée-digue a fait l'inverse. Il a adapté le courant à la roue. »

Les moulins pendants

Une variante du moulin sous le pont fut le « moulin pendant » ou « pendu », qui n'était pas suspendu à un pont mais à une structure fixe spécialement conçue (les moulins sous un pont sont parfois aussi appelés « pendus » ou « suspendus »). Ils fonctionnaient d'une façon

proche, mais ne présentaient pas tous les avantages du moulin sous un pont. La mise de fonds initiale était plus élevée, et il fallait une barque pour y accéder. Leur point fort était leur rendement relativement élevé, car on pouvait y installer plusieurs roues, et il était aisé de les construire de plus grande taille que les moulins-bateaux.



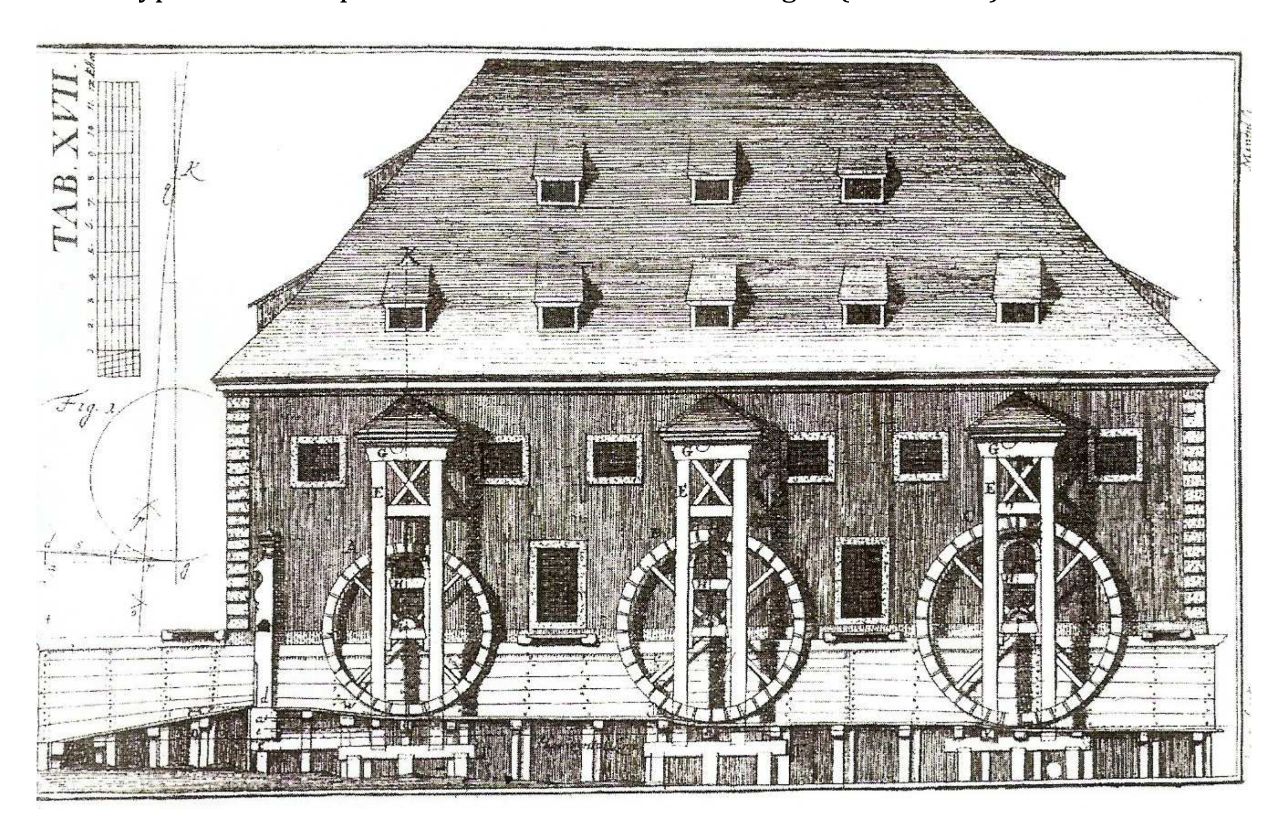
On sait peu de choses sur ces moulins pendus ou pendants, et l'essentiel des données les concernant est limité à la France (le « moulin pendant » ci-dessus se trouvait à Châtres – sur le Cher (Loir-et-Cher) – et travaillait encore en 1910). Trois grands moulins pendants ont été construits à Paris, sur la Seine, au cours du XVIIe siècle. Ils approvisionnaient la ville en eau en la pompant dans le fleuve.



La « Pompe de la Samaritaine » fut construite en 1608, et la « Pompe du Pont Notre-Dame », qui était composée de deux moulins pendants et d'une tour d'eau entre les deux, fut, elle, construite en 1670 à la suite d'une grave sécheresse de la Seine. Elles avaient une des

puissances de 8,7 et 18,6 CV respectivement. La Pompe du Pont Notre-Dame, qui fut démolie dans la seconde moitié du XIXe siècle, est visible sur une toile peinte par J.B. Raguenet en 1756 – remarquez le moulin-bateau en arrière du pont.

On a aussi construit de grands moulins pendants (d'un type différent) ailleurs qu'en France, particulièrement en Allemagne (où on les a appelés « Panstermühlen »), à partir du XVIe siècle. Beyer en décrit un à roues multiples mesurant 27 m de long, 15 m de large, et 18 m de haut – voir l'illustration ci-dessous. Il était bâti sur une rive, mais au contraire du moulin à eau fixe conventionnel, on pouvait soulever ou abaisser les roues. Au XIXe siècle est apparu un autre type de moulin pendant en Roumanie et en Pologne (l'« Alvan »).

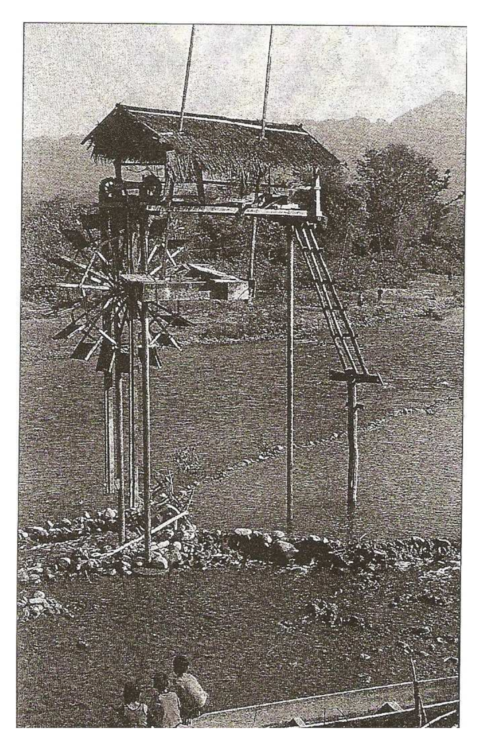


On a aussi construit des moulins pendants en Extrême-Orient, depuis le XVe siècle. Dans le moulin japonais ci-dessous (page suivante), publié dans l'étude de Broes, l'axe de la roue peut être soulevé grâce à une construction particulière.

Les accidents qui peuvent arriver

Les moulins sous un pont et pendants avaient un autre avantage important sur les moulins flottants : la sécurité. Dès le début les moulins-bateaux ont posé des problèmes. Lors des hautes eaux ou des orages, leurs amarres pouvaient se rompre ; les moulins étaient alors emportés – parfois même avec leurs occupants –, et s'écrasaient alors contre les autres bateaux, les quais, les ponts ou d'autres moulins-bateaux ; ils pouvaient être immobilisés sous les arches d'un pont, barrant le fleuve et causant ainsi une élévation du niveau de l'eau. Les glaces charriées par les fleuves pouvaient avoir les mêmes conséquences. Les moulins-bateaux n'avaient aucun moyen propre de navigation, donc lorsqu'ils rompaient leurs amarres ils échappaient à tout contrôle. Ils ne pouvaient naviguer que par temps calme.

Mais même par temps normal les moulins-bateaux constituaient une menace particulière pour la navigation. Un moulin-bateau avait besoin d'amarres très sûres afin d'éviter les accidents décrits plus haut. La méthode courante consistait à enfoncer de très gros pieux – souvent inclinés vers l'amont – dans le lit du fleuve pour y attacher les chaînes d'amarrage. Ces pieux représentaient un danger pour les autres bateaux, particulièrement lorsque le moulin-bateau avait dû se déplacer.



Les moulins sous un pont ou pendants

De plus, on pouvait démonter les roues en cas de crues ou de glaces flottantes pour éviter les dégâts au moulin. Ils étaient aussi plus stables. Un autre inconvénient des moulins-bateaux était parfois la mauvaise qualité de la production, à cause de l'impossibilité de maintenir les meules parfaitement de niveau. C'est ce qui peut expliquer pourquoi la plupart des moulins-bateaux ne furent utilisés que pour moudre le grain. En fin de compte, les moulins sous un pont et pendants étaient d'un entretien plus facile que les moulins-bateaux.

La mort du moulin-bateau

Dans quelques régions, les moulins-bateaux ont été abandonnés assez rapidement. Les 60 moulins flottants installés à Toulouse au XIIe siècle avaient disparu en moins de cent ans. Ils ont été remplacés par trois chaussées de retenue sur lesquelles on a bâti 43 moulins à eau fixes. La plus grande d'entre elles était la digue en diagonale de 400 m du Bazacle, qui fonctionnait en 1177, et est restée la plus grande installation hydraulique pendant une longue période.

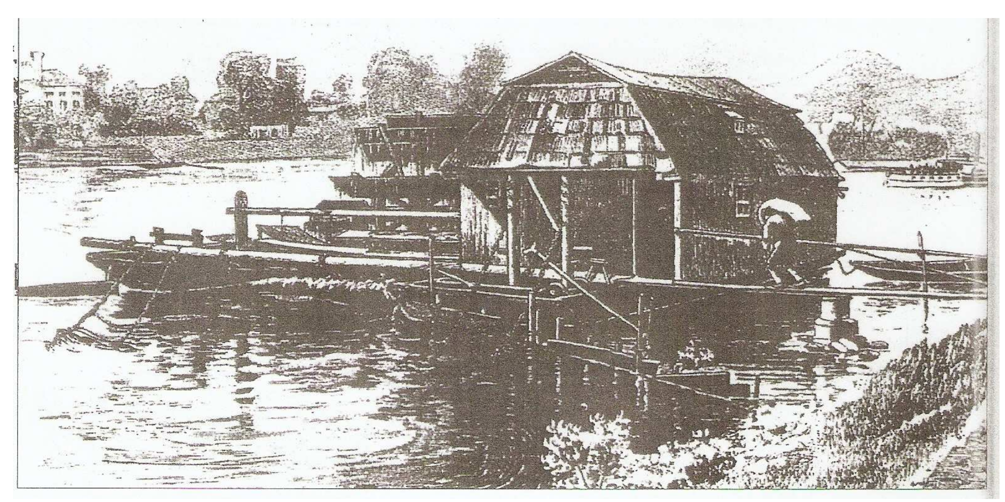


Illustration : Le dernier moulin-bateau sur l'Elbe en République tchèque.

Quoi qu'il en soit cette transition radicale et très ancienne semble avoir été exceptionnelle. On a construit beaucoup plus de digues de retenue, et encore plus de moulins-bateaux ont été remplacés par des moulins sous un pont ou pendants, mais dans la plupart des pays d'Europe et au Proche-Orient, les moulins-bateaux sont restés en usage jusqu'au XIXe siècle.

La majorité des moulins-bateaux ont disparu dans le siècle séparant 1770 et 1870, ce qui n'est pas un hasard. Vers 1780 commencèrent à naviguer sur les fleuves les premiers bateaux à vapeur, et la navigation sur les rivières alla en augmentant. Le recours aux moulins-bateaux fut limité par la loi autrichienne en 1770, et à Paris en 1787. La construction de nouveaux moulins-bateaux fut interdite sur le Rhin en 1868. Pour répondre à des règles strictes en Slovaquie à la fin du XIXe siècle, on a transformé des moulins-bateaux en moulins à eau fixes sur pieux – encore une nouvelle variété (voir la photo de Leo Van der Drift ci-dessous).



À Paris, il ne subsistait plus que 4 moulins-bateaux en 1800. Les derniers moulins-bateaux sur la Seine, la Loire, et le Rhône, ont disparu respectivement en 1840, 1842 et 1894. Le dernier moulin-bateau à Cologne a fini sa vie en 1847. Au début du XIXe siècle, il y en avait encore 20 en activité sur le Tibre, écrasant le grain pour une population de 158 000 personnes ; le dernier a disparu à la fin du siècle. D'autre part, en Autriche, Vienne comptait encore 55 moulins-bateaux en 1870. En Chine, on les a utilisés jusqu'à la fin du XIXe siècle.

Les moulins-bateaux au XXe siècle

Sur quelques fleuves, on pouvait encore voir des moulins-bateaux au XXe siècle. Jusqu'aux années 50, il y en avait encore qui travaillaient en Géorgie (à Tiflis, 9 moulins-bateaux fonctionnaient en 1909), en République tchèque (Lovosice, 1911), en France (sur le Doubs, 3 moulins-bateaux fonctionnaient en 1914), en Iraq (à Tekhrit, ils ont fonctionné au moins jusqu'en 1917), en Italie (10 moulins-bateaux à Vérone en 1914, le dernier s'arrêtant en 1929), en Turquie (1920), en Allemagne (à plusieurs endroits jusqu'en 1926), au Japon

(1933), en Slovaquie (1937), en Hongrie (sur la Theiss, ou Tisza, 1940), et en Autriche (Misseldorf, jusqu'en 1945).

En Bosnie, il y en avait encore 27 en 1950, le dernier a disparu en 1966. En Roumanie, 35 moulins-bateaux fonctionnaient encore en 1957, et 8 d'entre eux étaient toujours au travail en 1968. Pour terminer, l'historien français Claude Rivals a découvert un moulin-bateau en activité sur la Morava à Kuklijn (Serbie) en 1990, qui a cessé de tourner peu après. Il semble avoir été l'un des derniers authentiques moulins-bateaux en activité (voir cette intéressante vidéo). Depuis cette période, il en a été reconstruit autour d'une douzaine.

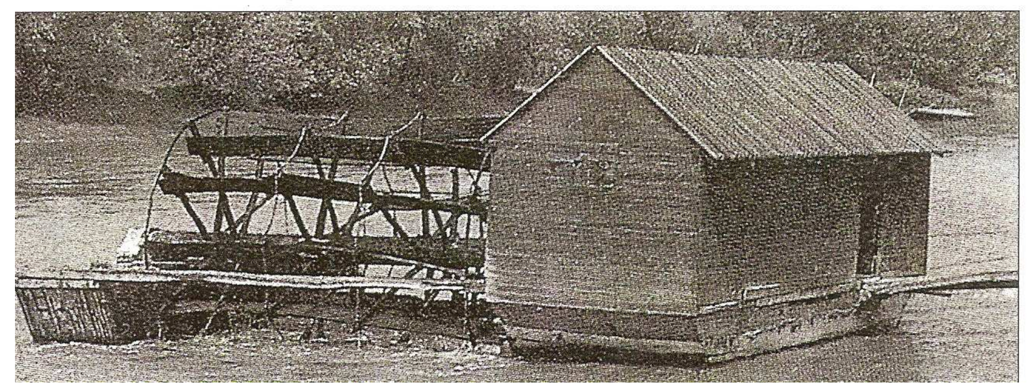


Illustration : Moulin-bateau en Serbie, 1990.
Photographie de Claude Rivals.

Kris De Decker – *Low-Tech Magazine* – 16 novembre 2010.
Traduit de l'anglais par Christian Porcher, octobre 2014.
Mise en page et édition par Bertrand Louart.

Texte original :
Boat mills: water powered, floating factories
<http://www.lowtechmagazine.com/2010/11/boat-mills-bridge-mills-and-hanging-mills.html>



Les Moulins du grand bras de la Seine
aquarelle d'Henri Fréchon (1863-1925)
Source : Musée de Melun

Sources (par ordre d'importance) :

- Karel Broes, ***Over schipmolens en andere onderslagmolens met in hoogte verstelbare wateras***, *Molenecho's*, Vlaams tijdschrift voor Molinologie, juillet-septembre 2003. Il semble qu'il n'y ait qu'un exemplaire (plus ou moins) accessible au public de ce numéro, dans une bibliothèque d'Anvers (Belgique). <http://www.molenechos.org/molenechos.html>
- Terry S. Reynolds, ***Stronger than a Hundred Men : A History of the Vertical Water Wheel,*** 1983, John Hopkins Studies in the History of Technology. L'idée de cet article provient de cet ouvrage. Reynolds ne donne pas d'informations détaillées sur les moulins-bateaux, mais inscrit cette technique dans son contexte.
- Daniela Gräf, ***Boat Mills in Europe from Early Medieval to Modern Times,*** [NdT : traduit en anglais par M. Harverson et Leo Van der Drift, 2006, *Bibliotheca Molinologica* - T.I.M.S. vol. 19 et Landesamt für Archäologie mit Landesmuseum für Vorgeschichte, Dresde]. Ce livre est resté introuvable, mais des comptes rendus et la table des matières ont pu être utilisés. Il s'agit d'une thèse rédigée en 2003, et doit constituer un complément précieux aux deux sources précédentes.
- Joseph Needham, **« Wheels ex-aqueous and ad-aqueous ; ship-mill and paddle-boat in East and West »** in *Science and Civilisation in China,* vol. 4 : Physics and Physical Technology, Part 3 : Civil Engineering and Nautics. Sur les moulins-bateaux en Asie.
- Johann Matthias, ***Theatrum Machinarum Molarium, Oder Schau-Platz der Mühlen-Bau-Kunst,*** Beyer, 1735.
- Leonhard Christoph Sturm, ***Vollständige Mühlen-Baukunst,*** 1718.
- Horst Kranz, ***Die Kölner Rheinmühlen***, I & II, 1991-1993. Il existe aussi un site internet.
- R.J. Forbes, ***Studies in Ancient Technology***, 1965.
- Diderot et d'Alembert, ***L'Encyclopédie***, 1751. <http://portail.atilf.fr/encyclopedie/>
- Claude Rivals, **« Histoire d'une technique. Le dernier moulin à nef »** in *L'Histoire*, n°153, 1992.
- Claude Rivals, ***Le Moulin et le meunier. Mille ans de meunerie en France et en Europe***, éd. Empreinte, 2000.
- Beaudoin François, ***Paris à gré d'eau***, 1993.
- **« Schiffmühle »**, Wikipedia Allemagne. <http://de.wikipedia.org/wiki/Schiffm%C3%BChle>
- Adam Lucas, ***Wind, Water, Work : Ancient And Medieval Milling Technology,*** 2005, Technology and Change in History.
- Kenjiro Kawakami, ***A Survey of Water Mills in Japan,*** 1982.

- Claude Rivals, ***Le Moulin, histoire d'un patrimoine, moulins à eau, à nefs, à marée, à vent*** (4 fascicules), Édition Moulin de France, s.d. [addition du traducteur]
- Alain Peyronel, ***Moulins-bateaux,*** n°7-8 de la revue *Les Moulins de France,* 1979 et 1982 (144 p.). [addition du traducteur]

Cette traduction française est disponible sur le blog :

Et vous n'avez encore rien vu…

Critique de la science et du scientisme ordinaire

<http://sniadecki.wordpress.com/>

Mars 2015